

VDT 機器を使用する学習環境における ストレス検知のための動作認識

延 知奈美^{*1}, 泉 正夫^{*2}, 真嶋 由貴恵^{*3}

^{*1}大阪府立大学 工学域

^{*2}大阪府立大学大学院 工学研究科

^{*3}大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科

Motion Recognition for Stress Detection in Learning Environment Using VDT Devices

Chinami Nobu^{*1}, Masao Izumi^{*2}, Yukie Majima^{*3}

^{*1}Faculty of Engineering, Osaka Prefecture University

^{*2}Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University

^{*3}Graduate School of Humanities and Sustainable System Science,
Osaka Prefecture University

近年教育現場での ICT の普及が進んでおり、この問題点の 1 つとして VDT 作業により疲労やストレスを感じる人が増加することが挙げられる。これを防ぐためには、作業中の人物の様子を観察し、疲労を感じていれば適切な休息をとらせるなどの対策が必要となる。作業状態の観察・状態を認識するために、本研究では KinectV2 から取得した作業者の映像と深度情報を利用し、疲労を感じた時に表出しやすい肩を触るなどの自己接触動作を認識することを試みた。認識は、肌の色相ヒストグラムと動きベクトルを用いて手領域を追跡し、身体の部分と手領域の深度値の差を求めることにより行った。

キーワード: VDT 症候群, 学習環境, 動作認識, ストレス, 疲労, 追跡

1. はじめに

近年 ICT 技術の普及に伴い、VDT 症候群患者が増加している。VDT 症候群とは、VDT (Visual Display Terminal) 機器を長時間使用することにより身体や精神に支障をきたす病気であり、主な症状として眼精疲労、肩こり、首や腰の痛み、抑うつ症状などが挙げられる。

また、教育現場でも ICT 技術が利用されるようになり、1 人 1 台端末の学習環境が整備され⁽¹⁾、IT 機器に長時間接する子どもが増加している。これに伴って近視視力不良の子どもの負担が大きくなることが予測されている⁽²⁾。また、日本眼科医会でも VDT 症候群の子どもの存在を報告し、対策の必要性を唱えている⁽³⁾。

VDT 症候群の予防のためには、適度な休息を取ることが重要であるとされている。厚生労働省の「VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」では、連続作業と連続作業の間に 10~15 分の作業休止時間を設け、一連続作業内に 1~2 回程度の小休止を設けることなどが示されているが、疲労は個別性が高いため、各人が疲労度に応じた休息を取ることが望まれる⁽⁴⁾⁽⁵⁾。そのためには作業中の疲労度を自動的に測定し、その疲労度に応じて休息を促すようなシステムが必要となる。

疲労度推定のための研究は数多く行われているが、アンケート⁽⁶⁾や生体情報⁽⁷⁾⁽⁸⁾を用いるなど、通常の作業姿勢での推定が困難なものが多い。そこで本研究では、

作業中の人物を撮影した映像から疲労度を推定し、適切に休息を促すことを目的に、疲労を感じているときに表出しやすいと考えられる、肩や首を触るなどの自己接触動作の認識を試みた。

2. 提案手法

作業者の様子を撮影した映像から自己接触動作を検出する手法を提案する。本手法では、Kinect センサを用いてデータを取得し、両手領域の追跡を行い、身体部分と手領域の深度値の差を算出する。提案手法の概要を図 1 に示す。

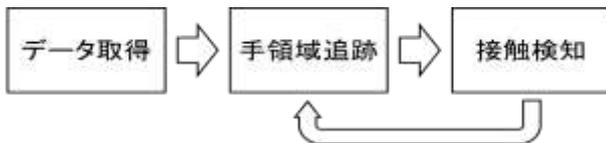


図 1 提案手法概要

2.1 データ取得

本手法では、作業者の撮影に Microsoft 社製の KinectV2 を用いる。同社が公開している Kinect for Windows SDK 2.0 を使用し、RGB 画像、深度情報、人物領域、顔領域の情報を取得した。

2.2 手領域追跡

自己接触動作、つまり手が身体の一部に触れる動作を認識するためには、まず手の位置を取得する必要がある。手領域追跡手法の概要を図 2 に示す。

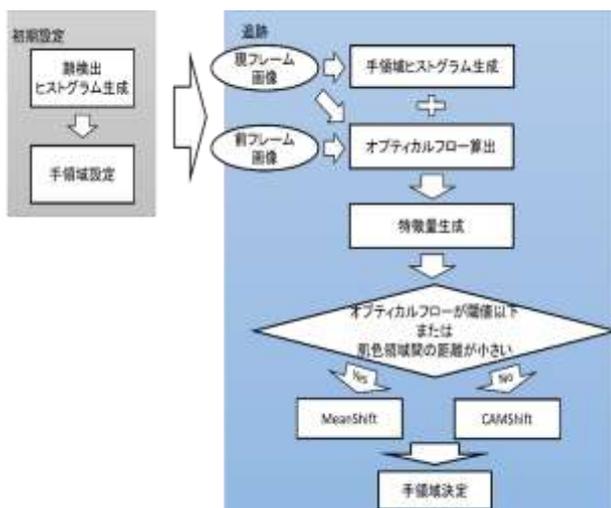


図 2 手領域追跡手法概要

まず、手領域の初期位置を設定する。Kinect から取得した顔領域の色相ヒストグラムを生成し、ヒストグラムの類似度が高く、人物領域内に含まれる領域を手

領域とする。この様子を図 3 に示す。これによって得られた手領域に対して毎フレーム追跡を行う。

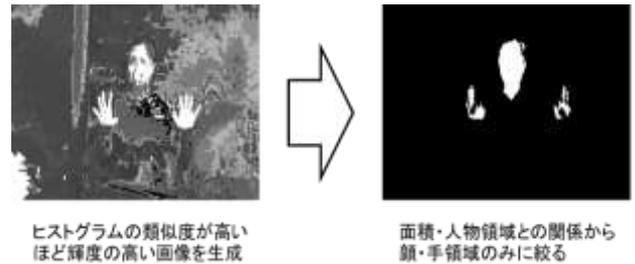


図 3 手領域初期設定の様子

追跡には MeanShift⁽⁹⁾と CAMShift⁽¹⁰⁾を用いた。これらの詳細については本節の 2 項と 3 項で述べる。追跡のための特徴量として、手が肌色であり、顔や背景領域と比較して動きが大きいという性質を利用して、色相ヒストグラムの類似度とオプティカルフローを用いる。特徴量生成の様子を図 4 に示す。

2.2.1 オプティカルフロー

オプティカルフローとは、時間連続な画像列中の物体の見かけの動きをベクトルで表したものであり、本手法ではオプティカルフローを推定するアルゴリズムとして、密なオプティカルフローを推定することができる Farneback によるアルゴリズム⁽¹¹⁾を使用した。

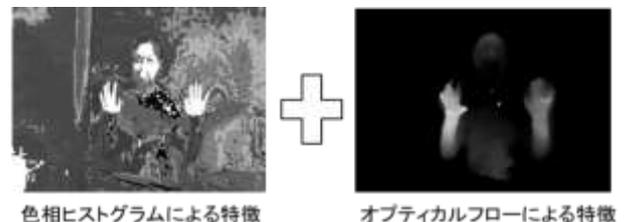


図 4 特徴量生成

2.2.2 MeanShift

MeanShift とは、与えられた集合で定義される密度関数における最頻値探索法である。MeanShift を用いて追跡を行う場合、図 5 のように画素の分布に対して与えられたウィンドウを移動し、画素の分布密度が最大になる領域を探索する。

MeanShift による追跡では、ウィンドウのサイズが固定であるため、手の位置や形状が変化した際に誤追跡をしてしまう可能性がある。そこで本手法では、大

きさや傾きの変化に柔軟な CAMShift を主要な追跡手法として用いる。

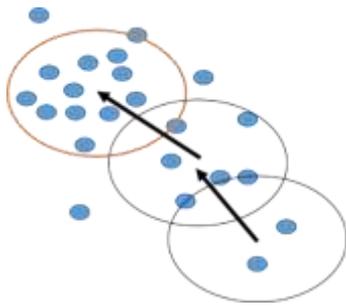


図 5 MeanShift による探索

2.2.3 CAMShift

CAMShift は MeanShift を拡張したものである。まず MeanShift アルゴリズムによりウインドウの中心を決定し、画素分布に合わせてウインドウのサイズを変更し、楕円の回転角を計算することにより、大きさや形状が変化しても追跡が可能となる。

CAMShift の欠点として、ウインドウの大きさを変更できるために、特徴が類似した領域が接近した場合にウインドウサイズが大きくなりすぎてしまうなどの誤追跡が生じる可能性がある。そのため本手法では色相ヒストグラムの類似度が近い領域が接近した場合と、手領域のオプティカルフローが小さい場合に追跡手法を MeanShift に切り替えることにより、誤追跡を防ぐ。CAMShift のみで追跡を行った場合と、CAMShift と MeanShift を組み合わせて追跡を行った場合の様子を図 6 に示す。

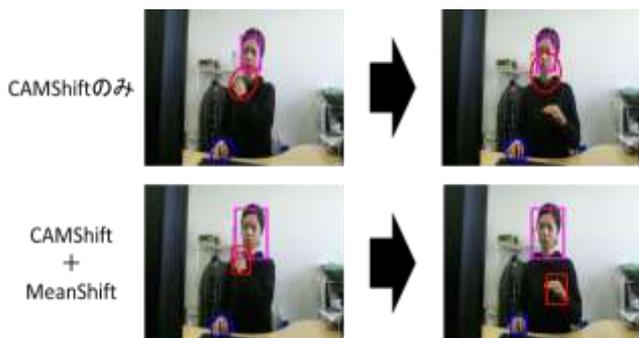


図 6 追跡の様子

2.3 接触検知

手領域とその領域の身体部分の深度値を算出することにより接触の検知を行う。ここで、胴体の移動量は小さいという性質より、手領域によって隠される前の値を利用し、身体部分の深度値とする。取得した深度値をグレースケール化して表示した結果を図 7 に示す。なお、深度値は Kinect センサから得られた値を使用

する。



図 7 手領域と身体部分の深度情報

手が身体に接触するとき、手領域と身体部分の深度値の差は接触していないときに比べて小さくなると考えられるので、深度値の差が設定した閾値以下になった状態が一定フレーム以上続いたときに接触が起こったと判断する。深度値の差の変化をグラフ化したものを図 8 に示す。

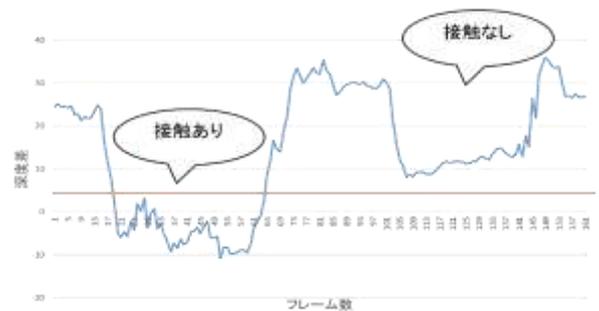


図 8 深度差変化

3. 実験

3.1 実験環境

図 9 にデータ取得のための撮影環境を図示する。KinectV2 の深度値の取得範囲は 0.5~8.0m であるため、その範囲内に被験者の上半身全体が収まるように設定した。その他実験環境を以下に示す。

- ・解像度：512×424 ピクセル
- ・フレームレート：30 フレーム/秒

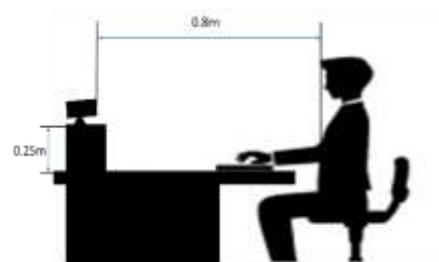


図 9 実験環境

3.2 実験内容

本研究では、被験者 4 人に自己接触動作のうち作業

中に表出しやすいと考えられる「肩を触る」「首を触る」「頭を触る」の動作と、「どこにも接触しない」という動作をそれぞれ両手で5回ずつ行ってもらい、追跡と接触検知の精度を検証した。なお、両手領域の位置の初期設定をできるだけ正確に行い、かつ身体部分の深度値に影響を与えないように、撮影は図10のように両手を挙げた姿勢から開始した。



図10 撮影初期姿勢

3.3 実験結果

まず、手領域追跡の実験結果を表1に示す。判定は目視で行い、追跡率の算出には以下の式を用いた。

$$\text{追跡率} = \frac{\text{正追跡フレーム数}}{\text{全フレーム数}} \times 100$$

表1 追跡結果

	正追跡 フレーム数	誤追跡 フレーム数	追跡率
肩	1764	88	93.7
頭	1823	161	91.8
首	1795	234	88.4
接触なし	1680	39	97.7
全動作	7062	522	93.1

次に、接触検知の実験結果を表2に示す。検知率の算出には以下の式を用いた。

$$\text{検知率} = \frac{\text{接触検知正解数}}{\text{動作数}} \times 100$$

表2 接触検知結果

	検知率
肩	95
頭	75
首	70
接触なし	95
全動作	83.8

また、手領域を正確に追跡できていた場合のみの接触検知率を表3に示す。

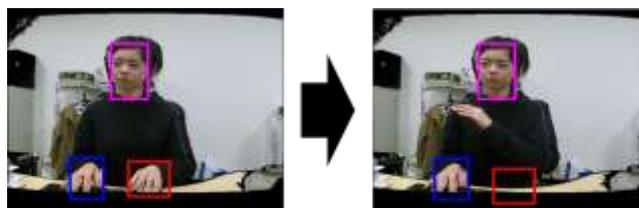
表3 正追跡時の接触検知結果

	検知率
肩	100
頭	80
首	80
接触なし	95
全動作	89.7

4. 考察

4.1 手領域追跡

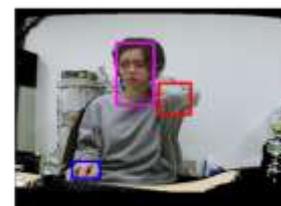
実験結果より、全体の追跡率は90%以上と高い数値となったが、首や頭に接触する動作のときに追跡率が低下した。図11に誤追跡の例を示す。



誤追跡例(a)



誤追跡例(b)



誤追跡例(c)

図11 手領域誤追跡例

図11(a)では、連続フレーム間で領域の移動距離が大きすぎたために誤追跡が生じた。撮影がスムーズに行われた場合には、通常速度で動作を行ったときに図のように同領域が大きく離れることはない。そのため、この種の誤追跡を防ぐためにはシステムの高速化をする必要があると考えられる。

図11(b)では、顔領域と手領域が長時間近接していたために誤追跡が生じた。本手法では色相ヒストグラムとオプティカルフローを特徴量として使用しているため、手領域が顔領域の近くで静止すると顔領域との区別が困難になり、精度が低下する。この対策として追跡手法をCAMShiftからMeanShiftに切り替えるだけでなく、顔領域を候補から除外するための工夫が必要であると考えられる。

図11(c)では、手領域の大部分が身体に隠れてしまったために誤追跡が生じた。本手法では、手領域が常に存在するという前提としているため、図のよう

な状態のときに追跡が不安定となる。これを防ぐためには、領域が隠れたということを検知し、隠れた領域の位置を推定する仕組みが必要となる。

また、本手法では一度追跡対象から大きく外れてしまうと復帰が困難であり、手領域と異なる物体の追跡を続けてしまうという状態が見受けられた。そのため、一定フレーム間隔で顔領域のヒストグラムと比較し直すなどにより、誤追跡を検知するシステムを構築する必要がある。

4.2 接触検知

表 3 より、手領域の追跡が正しく行われている場合には、89.7%の精度で接触を検知できており、接触がない動作の場合にも同程度の精度で検知ができていたことから、本手法は接触検知に有用であるといえる。ただし、肩に比べて首や頭の接触検知率が低下するという問題がある。これは、本手法は深度情報を利用しているため、撮影映像に写っている接触部分の面積が小さいと、深度情報の値が正確に測定できないことが原因であると考えられる。そのため、前後の接触だけでなく、あらゆる角度での接触を考慮した検知システムを構築する必要がある。

5. おわりに

VDT 機器を使用する学習環境において、VDT 症候群予防のためには疲労を検知し休息を促すシステムが必要である。そこで本稿では、疲労検知のための自己接触動作の認識手法を提案した。色相ヒストグラムとオプティカルフローによる特徴量から CAMShift と MeanShift を組み合わせた手法により手領域を追跡し、手領域と身体領域の深度値の差により接触を検知した。提案手法の有用性を検証するために実験を行った結果、状況によって追跡が困難になる場合があることが分かった。

今後の課題としては、4.1 節に挙げた誤追跡を防ぐための対策や 4.2 節に挙げた首や頭の接触検知への対策を行い、接触検知の精度を向上させる必要がある。さらに、姿勢や身体動揺量などの状態と組み合わせることにより、実際にストレスや疲労を検知できるシステムの開発を目指したい。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP25330412, JP26293451 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 文部科学省:“平成 27 年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果”(2016)
- (2) 高橋ひとみ, 川端秀仁, 衛藤隆:“ICT 教育の推進に向けて—近見視力との関連—”, 桃山学院大学総合研究所紀要, Vol.42, No.1, pp.1-13 (2016)
- (3) 公益社団法人日本眼科医会: 子どもの IT 眼症 <http://www.gankaikai.or.jp/health/36/> (2017 年 2 月 6 日確認)
- (4) 厚生労働省:“VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン”(2002)
- (5) 平間大貴, 鴨澤健志, 岩崎武史, 皆月昭則:“VDT 症候群における予防アプリケーションの開発”, 情報科学技術フォーラム講演論文集, Vol.12, No.2, pp.431-432, (2013)
- (6) 川井俊輝, 敷田幹文:“ストレス心理学に基づく情動モデリングとストレス推定”, 研究報告デジタルコンテンツクリエーション, pp.1-8 (2014)
- (7) 高橋圭太, 井上浩:“心拍変動解析による VDT 作業者の疲労の検討”, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, 2008 年_基礎・境界, pp.92 (2008)
- (8) 大野雅樹, 和田美帆子, 松井香織:“唾液中ストレスマーカーによる女子大生のストレス耐性の評価”, 京都女子大学発達教育学部紀要, Vol.10, pp.69-76 (2014)
- (9) D.Comanicu, P.Meer: “Mean Shift: A robust approach toward feature space analysis”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 24, pp. 603–619 (2002)
- (10) G.R, Bradski: “Computer vision face tracking for use in a perceptual user interface”, Proc. of Intel Technology Journal (1998)
- (11) Farneback: “Two-frame motion estimation based on polynomial expansion”, In Proc Scandinavian conf. Image Anal, SCIA, pp 363-370 (2003)